Aus der Chemischen Abteilung des Pathologischen Instituts
der Universität Berlin.
Vorsteher: Professor Dr. Hinsberg

Über Lipämie

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung
der Medizinischen Doktorwürde
an der
Friedrich-Wilhelm-Universität
zu Berlin

vorgelegt von
Karl Kirbis
aus Kostebrau N.-L.

Tag der Promotion: 5. Juli 1939

1939

Gotthold Zahn, Buchdruckerei f. alle Sprachen, Kirchhain N.-L.

M 111

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. med. Siebeck.

Referent: Prof. Dr. Hinsberg.

Korreferent: Prof. Dr. Rössle.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Über alimentäre Lipämie.

Man hat schon oft Versuche über Fettverdauung und Fettwanderung gemacht; es wurde dabei von den verschiedensten Grundlagen ausgegangen. Zahlreiche Mittel wurden angewendet, um eine Lipämie hervorzurufen. Durch Hunger, Aderlässe, Splenektomie und durch Fütterung von Ölen, Fetten und Fettsäuren (gesättigten und ungesättigten) wurden die Tiere in den Zustand der Lipämie versetzt. Als Versuchstiere benutzte man Hunde, Kaninchen, Ratten und Tauben, aber auch an gesunden und kranken Menschen wurden solche Untersuchungen angestellt. Die Ergebnisse dieser Versuche die im folgenden besprochen werden sollen, sind, wie ich vorausschicken möchte, außerordentlich verschieden und widersprechend. Aus diesem Grunde sind weitere Versuche über die Änderung der Blutfettwerte nach Fütterung mit gesättigten und verschieden stark ungesättigten Fettsäuren, welche dieser Arbeit zu Grunde liegen, wohl gerechtfertigt.

Als die brauchbarsten Versuchstiere haben sich die Hunde erwiesen, da sie mehrere kleine normale Aderlässe, auch in kurzen Zeitabständen, gut vertragen und dadurch die zum Versuch nötigen Mengen Blut leicht zu erhalten sind.

Die Versuchsanordnung war im Prinzip immer gleich. Zunächst wurde der Nüchternblutfettspiegel festgestellt. Dann belastete man die Tiere mit verschiedenen Fetten oder Fettsäuren. In bestimmten Zeitabständen wurde dann Blut zur Feststellung des Blutfettspiegels und seiner Schwankungen abgenommen. Während der ganzen Versuchsperiode wurden die Tiere auf eine bestimmte Kost gesetzt, je nachdem es die Versuchsanordnung verlangte. Es wurden von fast allen Autoren

Vollblut, Plasma und Blutkörperchen getrennt untersucht, um Vergleiche zwischen den Fettanteilen und Gehaltveränderungen an allen Blutkomponenten anzustellen. Zur weiteren Auswertung wurden noch die Jodbindung und die Jodzahl bestimmt.

Achard, Bariéty und Codonuis[1]) fanden einen durchschnittlichen Serumnüchternwert von:

759 mg% Ges. Lipoide, 553 mg% Fettsäuren, 141 mg% Cholesterin.

Horiuchi[11]) gibt für Vollblut folgende Werte an:
Gesamtfett 520 mg%, Lecithin 330 mg%, Cholesterin 170 mg%.

Glusker[9]) untersuchte 10 Hunde unter streng kontrollierten Versuchen und stellte dabei sehr große Schwankungen im Nüchternfettspiegel des Plasma fest. Der Gesamtfettsäuregehalt schwankte darin durchschnittlich zwischen 205—348 mg%. Der Mittelwert betrug 271 mg% bei einer Schwankungsbreite von ± 13%; beim Cholesterin fand sich ein ähnliches Bild, die Werte bewegten sich zwischen 68—188 mg% mit einem Mittelwert von 115 mg% und einer Verschiebung von ± 28 mg%.

Munoz[20]) sah nur bei 5% der benutzten Versuchshunde eine Übereinstimmung des an verschiedenen Tagen untersuchten Blutfettspiegels. Glusker[9]) untersuchte den Blutcholesterinspiegel und fand Schwankungen von ± 6%, die Phosphorlipoide blieben dabei konstant.

Aus allen diesen Untersuchungen geht hervor, daß der Nüchternwert in allen Blutfaktoren starken Schwankungen unterworfen ist. Er ist bei mehreren Hunden sehr verschieden. Auch bei einem einzigen Tier sind die Werte sehr wechselnd, sie zeigen eine Veränderung von 6—32% (Meyer[18])), andere fanden wieder nur Schwankungen von 7% (Glusker[10])), oder sie zeigten höchstens während der Dauer eines Monats einigermaßen konstante Werte. Leites[14]) sah nur während 7 Stunden übereinstimmende Werte. Nach Munoz[20]) sind die stündlichen und sehr unregelmäßigen Schwankungen 50—100%; die Änderungen von einem Tag zum anderen betragen 60—100%. Die Verschiedenheit der Werte ist von mehreren Faktoren abhängig: Alter, Geschlecht, Jahreszeit und Versuchsanordnung

beeinflussen die Werte stark. Ältere Hunde zeigen höhere Nüchternwerte als junge, weibliche Tiere höhere als männliche (Glusker[9])). Im Sommer sind sie höher als im Winter. Nach 24-stündigem oder mehrtägigem Fasten steigt der Fettspiegel im Blut an. Von der gewählten Kostform sind die Schwankungen nur sehr wenig abhängig. (Munoz[20])). Aber teilweise nahmen die Blutfettwerte bei fettfreier Nahrung oder bei Nahrungsentzug ab. (Ling, Schmorl[15])).

Die Verteilung der Fette auf die beiden Blutanteile ist auch sehr unterschiedlich. Im allgemeinen hat man im Serum die höheren Werte zu erwarten. (Jung u. Wolff[13]), Meyer[18])). Beim Kaninchen ist es umgekehrt (Horiuchi[11]), Meyer[18])), aber auch bei manchen Hunden ist es so wie beim Kaninchen. Meyer[18])).

Die Veränderungen während der Fettbelastung hat Furukawa[8]) mit einigen Versuchen grundsätzlich festgelegt, man kann durch Fettdarreichung eine alimentäre Lipämie erzeugen. Er legte einem Hunde eine Milchbrustgangfistel an. Nach einer reichlichen Fettgabe stellte er fest, daß das Blut der Mesenterialvenen stark mit Fett beladen war.

Marino[17]) gab den Hunden 100 ccm Olivenöl in 200 ccm Milch zu fressen und entnahm 3—6 Stunden nach Fütterung Blut zur Untersuchung. Es zeigte sich, daß alle Fettfraktionen im Blute erhöht waren; nach 24 Stunden wandelte sich der Zustand in eine leichte Hypolipämie, um dann wieder auf die Norm zurückzukehren.

Leites[14]) fütterte den Hunden 50—100 gr Olivenöl und stellte die Blutfettwerte nach 1, 5; 3; 5; 6 und 24 Stunden fest. Sie schwankten zwischen einer Steigerung von 50—200% über dem Nüchternwert. In einem weiteren Versuch dosierte er das verfütterte Fett nach dem Körpergewicht der Tiere. Bei Verfütterung von 6—10 gr pro kg Körpergewicht trat nach 5 Stunden eine Hypolipämie ein, die sich nach der 7. Stunde in eine Hyperlipämie umwandelte. Bei 10—15 gr pro kg Körpergewicht erzielte er keine Abnahme des Blutfettgehaltes, sondern es trat sogar ein Anstieg von 60—100% des Cholesterin auf.

Bodansky[5]) ließ die Hunde erst 12 Stunden fasten und gab ihnen dann 50—65 ccm Olivenöl mit der Magensonde. Es wurde

dann nach 2, 4 und 6 Stunden die Jodzahl im Gesamtblut und im Plasma bestimmt. Die gesättigten Fettsäuren erreichten ihr Maximum nach 4 Stunden und waren dabei im Plasma niedriger als in den Blutkörperchen, aber im Vergleich zur verabreichten Fettmenge war die Veränderung sehr gering.

Meyer[18]) berichtet über folgenden Versuch: Er stellte zunächst einen außerordentlich niedrigen Gesamtfettwert von 0.148% im Blut fest. Nach Fettbelastung kam er zu folgenden Werten.

nach 1 Stunde betrug der Gesamtfettgehalt 0.24%
„ 2 Stunden „ „ „ 0.26 „
„ 3 „ „ „ „ 0.20 „
„ 5 „ „ „ „ 0.30 „
„ 7 „ „ „ „ 0.17 „

Auch beim Menschen hat man Versuche mit künstlicher Lipämie angestellt.

Meyer[18]) berichtet von folgenden Gesamtfettnüchternwerten:

B	P	B K
0.36	0.38	0.36%
0.36	0.40	0.29%

Andere fanden: 0.12—0.27%
0.75—0.85%,
die einzelnen Werte schwankten auch hier sehr stark.

Bing und Heckscher[2]) untersuchten 155 Personen und stellten dabei folgende Mittelwerte fest:

2% hatten eine Gesamtfettmenge von 0.05%
95% „ „ „ „ 0.05—0.13%
3% „ „ „ „ 0.13%

Die Hungerwerte waren fast bei allen gleich. Der Autor hatte im vorliegenden Falle folgende Versuchsanordnung gewählt. Die Versuchspersonen bekamen 200 gr Schlagsahne und 5 gr Margarine, vorher hatten sie 12 Stunden gefastet. Nach 1 Stunde trat eine geringe Steigerung des Fettgehaltes auf, die ihr Maximum nach der 5. Stunde erreichte, dann folgte ein rascher Abfall.

Von anderer Seite wurde es mit Olivenöl versucht. (Page, Pasternack und Burt[21])). Sie nahmen zunächst nüchtern Blut ab und gaben dann 100 gr Olivenöl. Man beobachtete dabei eine Erhöhung der Gesamtlipoide und der Fettsäuren, manchmal aber kam es zum entgegengesetzten Effekt. Die Ungesättigtheit der Gesamtlipoide blieb meist unverändert, die der Fettsäuren zeigte kleine Schwankungen, die den Änderungen im Fettsäuregehalt meist entgegengesetzt verliefen. Die Phosphatidfraktionen zeigten unregelmäßige Änderungen, hier war mit einem Anstieg meist eine Abnahme der Ungesättigtheit verbunden und umgekehrt. Die Versuche fielen unter gleichen Bedingungen sehr verschieden aus.

Wenn man den Versuchspersonen 100—150 gr Olivenöl oder Speck gab, mit Beigaben von Schwarzbrot, Brötchen usw., ihnen sonst keine Einschränkungen auferlegte, oder auch die gewöhnliche Kost essen ließ, kam man zu folgenden Resultaten (Werner[31])): Nach 1, 4 und 24 Stunden war das Blutgesamtfett um über 100% des Nüchternwertes gestiegen, nur eine Versuchsperson war dabei ausgefallen.

Wechsler[30]) ging bei seinen Versuchen folgendermaßen vor: Er ließ seine Versuchspersonen 12 Stunden lang hungern und nahm nüchtern Blut ab. Nachdem er ihnen je 100 ccm Olivenöl verabreicht hatte, untersuchte er das Blut nach 6—7 Stunden auf seinen Gesamtfettgehalt. Er konnte hierbei 3 Gruppen aufstellen.

1.) 63.2% zeigten ansteigende Werte,
2.) 17.5% fast horizontaler Verlauf der Kurven,
3.) 19.5% absteigende Werte.

Das Maximum lag bei Gruppe 1 zwischen der 3. und 6. Stunde nach der Fettbelastung; der höchste Anstieg betrug 640 mg% über dem Nüchternwert. Der Anstieg war sehr ungleichmäßig, nach 4 Stunden trat meist ein Abfall ein, nach 6 Stunden waren die Werte oft schon unter den Nüchternwert gefallen. Bei der 2. Gruppe schwankten die Werte mit ± 100 mg% um den Nüchternwert. Gruppe 3 zeigte einen gleichmäßigen Abfall, oder die Werte stellten sich nach dem Minimum sofort wieder auf die Anfangswerte ein. Die Abweichungen nach der Minusseite

waren etwa genau so groß, wie bei Gruppe 1 nach der positiven Seite, also um 620 mg% nach unten.

Andere Forscher (Man und Gildea[16])) machten ähnliche Versuche, aber sie dosierten die Fettgaben strenger entsprechend dem Körpergewicht der Versuchsindividuen. Sie bekamen folgende Werte: Bei Verabreichung von 3.5—4 gr Fett pro kg Körpergewicht stiegen die Serumwerte um 34—133%, im Durchschnitt 62%.

Die Fette bzw. Fettsäuren wirken nicht alle gleichmäßig, wie es Meyer[18]) in seinem Bericht feststellt. Die Neutralfette steigen im Blut bei Oleïngabe schwächer an, als nach Olivenöl-Fütterung. Größere Fettgaben zeigen das Maximum des Blutfettgehaltes später, als mehrere kleine Fettgaben. Nach Ansicht des oben genannten Verfassers ist die Reaktionsgröße im Blutfettgehalt abhängig von:

1. den Körperzellen,
2. a) der physikalisch-chemischen Eigenart der verabreichten Fette,
b) dem Zustand der Capillarwand.

Das Verhalten der Lipoidteile bei diesen Versuchen ist sehr verschieden. In dem oben erwähnten Versuch von Marino[17]) blieben die Gesamtfettsäuren länger erhöht, während die anderen Fettkomponenten schneller wieder auf den Nüchternwert absanken. Wilson und Hanner[32]) machten mit Rahm und Lebertran Belastungsversuche an 4—12-jährigen Kindern. Die Gesamtlipoide und Fettsäuren stiegen im Blut an, besonders vermehrten sich die Neutralfette, die Jodzahlen fielen stark ab. Beim Lebertran war die Wirkung gleich, aber die Jodzahlen stiegen an.

Meyer[18]) sah bei Fettbelastung auch einen starken Anstieg der Neutralfette.

Milbradt[14]) beobachtete an künstlich avitaminotisch gemachten Tauben, daß die Neutralfette und Gesamtfette im Blut stiegen, während die Phosphatide nicht gesteigert auftraten, sondern später sogar absanken.

Bodansky[5]) stellte in seinem Versuch an Hunden fest, daß die gesättigten Fettsäuren ihr Maximum nach 4 Stunden er-

reichten, im Vergleich zur verabreichten Fettmenge waren die Veränderungen sehr gering. Der Verfasser führt diese Tatsache auf eine Sättigung der ungesättigten Fettsäuren zurück oder auf die Mobilisation von Depotfetten.

Auch bei den Fütterungsversuchen mit Fett, wie sie Glusker[9])[10]) durchführte, waren die einzelnen Werte deutlich unterschieden. So schwankten die Gesamtfette im Plasma zwischen ± 7% und das Cholesterin um ± 6% 15 Stunden nach der Fettaufnahme. Nach 15—23 Stunden betrugen die Unterschiede noch ± 4.1% für die Gesamtfette und ± 3.4% für das Cholesterin, die Phosphorlipoide blieben konstant. Leites[14]) spricht von einem Anstieg des Cholesterins von 60—100% nach einer Belastung mit 10—15 gr Fett pro kg Körpergewicht.

In den Versuchen von Man und Gildea[16]) stiegen die Phosphatidfraktionen um 5—28% an, durchschnittlich 18%. Zu diesen Werten kam man, wenn man 3.5—4 gr Fett pro kg Körpergewicht verabreicht hatte. Bei Darreichung von 0.6—1 gr pro kg Körpergewicht erzielte man keine Phosphatidveränderungen, die Gesamtfette stiegen aber um 21% an.

Um bei der Fettresorption die Verdauung auszuschalten, verabreichten Rony und Mortimer[27]) das Fett intravenös. Innerhalb einer Stunde wurden von ihnen 120—180 ccm Eigelbemulsion (4—5.5% Eierfett) injiziert. Der Fettgehalt stieg während der Injektion an, er sank dann langsam ab, war aber noch nach 20 Stunden erhöht. Diese Lipämie war durch Hunger nicht zu beeinflussen.

Einige Forscher haben den Blutfettspiegel bei der Aderlasslipämie beobachtet. Meyer[18]) spricht dabei von einer Überschwemmung des Blutes mit Fett. Der Grad der Lipämie richtet sich hierbei nach der Größe des Aderlasses. Nach Untersuchungen von Horiuchi[11]) kann schon eine Blutentziehung von 10 ccm beim Kaninchen eine Lipämie hervorrufen. Mehrere kleine Aderlässe wirken stärker und anhaltender als ein großer. (Strauß[28])). Meyer[18]) berichtet in seinem Referat, daß es bei einer Erythrocytenzahl von 2 Millionen/cmm und 20% Hbg zur Lipämie kommt. Das Maximum trat nach 72 Stunden ein und war nach weiteren 72 Stunden wieder abgeklungen. In einigen

Fällen war die Lipämie nicht mehr reparabel. Diese letztgenannten Werte beziehen sich auf Hunde. Strauß[28]) fand dabei einen Anstieg der Gesamtfette auf das 10—15fache des Nüchternwertes. Die Neutralfette herrschten dabei vor. Erst nach einigen Tagen fettreicher Ernährung kam es wieder zum Gleichgewicht.

Edelmann[6]) hat genaue Versuche darüber angestellt. Er fand bei Hunden 2 Stunden nach dem Aderlaß den Gesamtfettgehalt herabgesetzt, nach 4 Stunden hob sich der Blutfettspiegel wieder. Erst die Entziehung von 20—30 ccm Blut pro die führte zu einer Erhöhung um das 10-fache des Ausgangswertes. Der Fettspiegel sank aber schon vor vollständiger Auffüllung des Kreislaufes wieder auf die Norm ab. Das Körpergewicht schwankte dabei, bei kleineren Aderlässen stieg das Körpergewicht sogar an.

Andere Autoren (Marino[17])) haben versucht, durch Splenektomie eine Lipämie hervorzurufen, was ihnen auch gelang; sie war bei den benutzten Hunden sogar noch stärker als die alimentäre Lipämie.

Bei Pankreasexstirpation, wie es Rony und Mortimer[27]) untersuchten, kam es ebenfalls bei den Hunden zu einem starken Anstieg der Gesamtfette im Blut, der auf Insulingaben sehr bald zurückging.

Der Blutverlust bei der Operation mag auch noch zur Lipämie beigetragen haben, das geht aus den Versuchen nicht klar hervor.

Seretti und Tore[26]) wiesen in ihrer Arbeit nach, daß die Leber in engem Zusammenhang mit der Fettverarbeitung steht. Die Erhöhung des Blutfettgehaltes ist sehr wechselnd in Bezug auf Höhe und Dauer. Die höchsten Werte im Blut waren immer dann erreicht, wenn der Fettgehalt der Leber mehr oder minder stark abgenommen hatte.

Wechsler[30]) war bei seinen Untersuchungen von der Frage ausgegangen, ob aus dem Blutfettgehalt auf eine Leber- oder Pankreasinsuffizienz zu schließen sei, aber er kam, wie schon eben erwähnt, zu keinen verwertbaren Ergebnissen. Er stellte lediglich fest, daß beim Arteriosklerotiker die Werte sehr ver-

änderlich sind. Die Fettkurven sind bei erhöhtem Nüchternwert horizontal oder absteigend. Die durchschnittlichen Gesamtfettwerte des Blutes betrugen 900—1000 mg%.

Nach Meyer[18]) kommt es bei Diabetikern und bei Nephritispatienten auch zu stärkeren Anstiegen. Sie reagieren wie Menschen im Hunger, also mit Fettspiegelerhöhung im Blut.

Man hat schon sehr früh versucht, den Gesamtfettgehalt an der Trübung des Plasmas abzulesen, da das normale Blutplasma hellgelb durchsichtig ist. Meyer[18]) schreibt in seiner Abhandlung von einem Versuchsergebnis an 96 Personen. Man kam hier zu folgenden Ergebnissen. Bei 13 Personen war noch nach 12 Stunden eine Plasmatrübung nachzuweisen. Ein Fettgehalt von 1% soll schon Trübung im menschlichen Serum hervorrufen. Aber es kommt sehr oft zur „Fettmaskierung", bei der ein Fettgehalt von 3.63% keine Trübung verursacht. Die Trübungsreaktion hängt auch von der Qualität des verfütterten Fettes und dem Versuchstier ab, z. B. machen 10—20 gr Butter nach 1—2 Stunden eine Trübung aus, die schon nach 6—8 Stunden wieder verschwunden ist. Der Verfasser stellt weiterhin fest: Schmalz ergibt keine Trübung, Butter nur manchmal, Olivenöl immer, aber nur bei Hunden, und hier auch sehr wechselnd stark. Kaninchenblut reagiert überhaupt nicht darauf. Bloor[3]) kam zu dem Schluß, daß bei Aderlaßlipämie, die Höhe der Trübung mit dem Minimum der Blutkörperchenzahl identisch sei, aber das ist auch nicht regelmäßig, wie der Verfasser nachträglich feststellt. Aus einer weiteren Arbeit des oben erwähnten Forschers[4]) geht hervor, daß bei längerer Dauer einer Lipämie die Trübung überhaupt verschwindet; man führt es auch hier auf die Fettmaskierung zurück.

Strauß[28]) beobachtete neben der Trübung auch die Hämokonien (Blutstäubchen, zerfallene Kerne, Fettpartikel usw.) am menschlichen Serum bei verschiedenen pathologischen Zuständen (Senium-Aciditätsanomalien, Alkoholismus, Adipositas, Myodegeneratio cordis, Lebercirrhose usw.). Er gab den Versuchspersonen eine bestimmte Kost, die aus 20 gr Butter und Tee bestand und untersuchte Blut und Plasma im vorgenannten Sinne. Er fand bestimmte Werte und nahm diese nun als Maß für die enterogene Fettresorption.

Bing und Heckscher[2]) lehnen die Trübung des Plasmas als Anhalt für die Gesamtfettbestimmung ab, da Maskierung des Fettes, Eigenart der Tiere usw. eine präzise und einheitliche Messung nicht zulassen. Ebenso verhält es sich mit der Hämokonienmethode.

Die Reaktion der Fette auf den Organismus ist von verschiedenen Faktoren abhängig; der Sättigungsgrad der verfütterten Fette und Fettsäuren, das Alter der Versuchsobjekte, die Resorptionsgeschwindigkeit und die Umwandlung im Körper spielen dabei eine wichtige Rolle. Die Speicherung ist von dem Sättigungsgrad abhängig. Nach Fütterung von stärker ungesättigten Ölen (Leinöl usw.) ist die Speicherung geringer als nach gesättigten Ölen wie z. B. Olivenöl. Nach Ölsäure ist sie stärker als nach Olivenöl (Rony und Mortimer[27])). Monoolein und Diolein zeigen auch eine schwächere Speicherungstendenz als Olivenöl. Die Resorption von freien Säuren ist schwächer als bei Diolein und Monoolein (Peretti[22], [24])).

Das Neutralfett der Blutbahn, das nach Fütterung resynthetisiert wird und in die Blutbahn gelangt, enthält zum größten Teil die Fettsäuren, die im aufgenommenen Fette vorhanden waren (Wilson und Hanner[32])).

Wechsler[30]) fand in Bezug auf das Alter beim Menschen folgende Tatsachen: Personen unter 35 Jahren zeigten in ihren Fettbelastungskurven einen fast horizontalen Verlauf; nach 2 Stunden erreichten sie ihr Maximum mit 60 mg% über dem Nüchternwert. Das Maximum hielt bis zur 6. Stunde an. Die Versuchspersonen über 35 Jahren hatten einen stärkeren Anstieg, er betrug 167 mg% über dem Nüchternwert und war nach der 4. Stunde erst nachweisbar und hielt ebenfalls bis zur 6. Stunde an. Zusammenfassend stellt der Verfasser fest, daß die Menschen bei Fettbelastung folgende Blutfettkurvenveränderungen zeigen.

Personen von 20—30 Jahren: fast horizontaler Verlauf
„ „ 30—60 „ ansteigende Kurven.

Hunger zieht einen geringen Anstieg nach sich, ca. 75 mg%, der aber durch Kohlehydratgaben (100 gr Traubenzucker) ver-

hindert werden kann. Als wichtigste Faktoren für die „Alimentäre Lipämie" werden von dem obengenannten Forscher 3 Punkte herausgestellt.

1. Resorptionsgeschwindigkeit, die ihrerseits wieder abhängig ist von der Entleerungszeit des Magens, Menge und Beschaffenheit der Galle, Aktivität der Pankreaslipase, Zustand der Darmschleimhaut. Doch kann die Resorptionsgeschwindigkeit nicht den Abfall der oben beschriebenen Kurven erklären, außerdem vermehrt Hunger ja das Blutfett.

2. Fettmobilisation: ob eine solche während der Fettverdauung statthat, ist noch nicht bewiesen. Zu denken geben die Unterschiede der Jodzahlen des Blutfettes gegenüber denen, die man theoretisch nach Olivenölfütterung erwarten müßte. Fettmobilisation könnte indessen auch nur einen weiteren Anstieg der Blutfettwerte bewirken.

3. Eliminationsgeschwindigeit des Fettes aus dem Blutstrom spielt die Hauptrolle (hinsichtlich der widersprechenden Literaturangaben).

Im ganzen ist dabei noch viel ungeklärt. Der Verfasser gibt selbst zu, daß er auch unter der peinlichsten Versuchsanordnung und Ausführung zu keinem einheitlichen Resultate gelangte.

Mehrere Autoren (Tangl und Berend[29])) untersuchten die Verdauung der Fette und ihre Veränderungen dabei. Sie fanden heraus, daß die Fette durch die Galle und den Pankreassaft zu ungesättigten Fettsäuren umgewandelt werden. Es entstehen 4-fach ungesättigte Säuren. Sie führen es auf einen fermentativen Vorgang zurück. Im Hungerzustande traten 5—10% der Gesamtfettsäuren als noch ungesättigte Fettsäuren auf. Während der Fettresorption stieg die Menge der ungesättigten Fettsäuren im Blut an. Im Anfang fiel der Blutfettspiegel etwas ab, was aber durch Kohlehydratgaben abgestellt werden konnte. Bei allen Lipämien waren die Schwankungen und die Beteiligung der Blutfaktoren ganz verschieden. Mehrere Autoren (Bloor[3]) und Horiuchi[11])) haben diese Verschiedenheiten an Kaninchenversuchen besonders festgestellt. Sie arbeiteten mit einer alimentären Lipämie, nachdem sie die Tiere erst

durch eine Aderlaßlipämie dazu bereit gemacht hatten, denn Kaninchen reagieren erst nach Aderlaßlipämie auf alimentäre Fettzufuhr. Als durchschnittliche Nüchternwerte fanden sie folgende Zahlen.

	Vollblut	Blutkörperchen	Plasma
Gesamtfett	0.28%	0.36%	0.22%
Lecithin	0.21%	0.40%	0.10%
Cholesterin	0.10%	0.16%	0.06%

Nach Fütterung von Sonnenrosensamen ergaben sich folgende Werte:

	Vollblut	Blutkörperchen	Plasma
Gesamtfett	0.34%	0.42%	0.30%
Lecithin	0.21%	0.38%	0.11%
Cholesterin	0.11%	0.18%	0.07%

Im ganzen ergaben sich dabei Abweichungen bis zu 30%. Der Fettgehalt kann dabei im Plasma auf das 25-fache des normalen Wertes ansteigen. Mit der Fettverteilung auf Serum und Blutkörperchen ist es beim Kaninchen umgekehrt als beim Hund, den höheren Anteil tragen die Blutkörperchen, die tieferen Werte kommen dem Serum zu.

Im allgemeinen ist das Plasma den größten Schwankungen in Bezug auf den Fettgehalt unterworfen; in den Erythrocyten bleiben die Fette ziemlich konstant (Iwatsura[12])). Aber es kommt auch vor, daß der Fettgehalt der Blutkörperchen höher ist und auch während der Fettresorption gewissen Schwankungen folgt. Man sieht starke Unterschiede in jeder Hinsicht, bei einem Hunde, bei mehreren Hunden, bei verschiedenen Blutfaktoren, bei gesättigten und ungesättigten Fettsäuren und endlich auch bei mehreren Versuchsanordnungen. Nach Ansicht aller oben angeführten Autoren gibt es keine einheitlichen Werte und Kurven.

Wie in den Arbeiten von Iwatsura[12]), und Jung und Wolff[13]) bewiesen wird, spielt auch die Verdauung eine wichtige Rolle im Wechsel des Blutfettgehaltes. Die Gesamtlipoide nehmen während der Verdauung im Blut zu, aber sehr unterschiedlich. Es kommt bei dauernder Fettfütterung nicht immer zu einer

Fettanhäufung im Blut, es müssen noch andere Faktoren hinzukommen; so macht z. B. der Hunger auch eine Fettanhäufung im Blut.

Peretti und Reale[25]) versuchten die Resorptionszeit der Fette an Ratten zu messen. Sie verfütterten verschiedene vegetabilische Öle von ungleichen Sättigungsgraden. Die Ratten bekamen Cocosöl, Olivenöl, Sesamöl, Mohnöl und Leinöl. Die Untersucher fanden dabei, daß der Resorptionsgrad nicht abhängig ist von der Löslichkeit und dem Sättigungsgrad der Fette, sondern von der Geschwindigkeit der Darmpassage. Die Tiere wurden 6 Stunden nach der Fettaufnahme getötet und sie zeigten folgende Jodzahlen:

Cocosöl	Olivenöl	Sesamöl	Mohnöl	Leinöl
13	83	103	128	182

Resorption in % der Zufuhr:

81.8	74.4	89.0	85.2	67.2

Vom Sättigungsgrad des Fettes ist also nicht auf die Geschwindigkeit der Resorption zu schließen. Es ergibt sich aus dem Studium der Literatur, daß eindeutige Ergebnisse nicht erzielt wurden. Wieweit dies auf Änderung in den Versuchsbedingungen zu beziehen ist, kann nicht entschieden werden. Jedenfalls lassen sich bezüglich des Resorptions- und Verwertungsmechanismus der in der Nahrung enthaltenen Fettsäuren und Fette keine Angaben machen.

Die hier vorliegenden Versuche befassen sich ausschließlich mit der Betrachtung und Auswertung der alimentären Lipämie. Es wurde versucht, eine präzise Antwort auf die Frage der Veränderungen der Blutlipoide nach der Verfütterung gesättigter und verschieden stark ungesättigter Fettsäuren zu geben. Insbesondere sollte geprüft werden, ob nicht durch genau dosiertes Futter eine Konstanz der Blutfette, wie es z. B. vom Blutzucker bekannt ist, erreicht werden kann. Unsere Versuchstiere waren nicht nüchtern, sondern erhielten die Fettzulage gleichzeitig mit der gewohnten fettarmen Diät. Es wurde auch besondere Beachtung dem Einfluß des Sätti-

gungsgrades der verfütterten Fettsäuren geschenkt. Durch Analysen des Blutfettes wurden direkt im Blutplasma und im Vollblut die Gesamtlipoide, d. h. die Gesamtheit der mit Alkohol-Äther extrahierten Stoffe und die Jodbindung bestimmt. Die dazugehörigen Jodzahlen wurden errechnet. Es muß also betont werden, daß das ungesättigte Cholesterin nicht berücksichtigt wurde. Die Werte für die Blutkörperchen wurden, nach Bestimmung des Verhältnisses von Blutkörperchen zu Blutplasma nach dem Hämatokritverfahren, aus den direkt ermittelten Werten durch Berechnung bestimmt.

Zu den Versuchen wurden 3 etwa gleichaltrige Hunde (Alter ca. 3 Jahre, Gewicht ca. 20 kg) gewählt, darunter war eine Hündin (Nelly). Die Hunde bekamen mengenmäßig ihrem Gewicht entsprechend, ein sehr fettarmes Futter. Es bestand aus Reis und magerem Rindfleisch, zusammengekocht. Dann wurde ihnen etwa 2 mal in einer Woche 18—20 ccm Blut abgenommen und dieses in Doppelanalysen untersucht. Allmählich kamen die Hunde in Bezug auf ihren Blutfettgehalt, Jodzahl usw. auf ein bestimmtes Gleichgewicht, das als Ausgangspunkt der Versuche gewählt wurde. Am Morgen nach einem Hungertage wurde nüchtern Blut abgenommen, jeweils ca. 15—20 ccm. Um die Gerinnung zu verhindern, wurde es mit einer Spur Natriumoxalat versetzt und kräftig geschüttelt. Nach der Nüchternblutentnahme bekamen sie mit ihrer Standardkost die Fettsäure oder das Leinöl zu fressen, dem Körpergewicht angepaßt, im ganzen 30—60 gr. Nun wurde nach 2, 4 und 6 Stunden wieder Blut abgenommen und in Doppelanalysen ausgewertet.

Es traten bei dieser Versuchsanordnung verschiedene Schwierigkeiten auf. Oft verweigerten die Tiere das fettige Futter, und es kostete viel Mühe, daß sie es in der vorgeschriebenen Zeit auffraßen. Ein Hund (Lux) konnte deshalb nur zu einem Versuch herangezogen werden. Am besten fraßen sie die Fettmahlzeit in leicht angewärmtem Zustande, es mag wahrscheinlich daran gelegen haben, daß dann die festen Fettsäuren den Geschmacks- und Geruchssinn des Hundes nicht so

beeinträchtigen wie im ganz warmen Futter. Es wurde das zugegebene Fett nur mit wenig Futter vermengt, um sicher zu sein, daß es bestimmt aufgefressen wurde. Der Rest des Futters wurde dann gesondert gegeben.

Zur quantitativen Bestimmung der Gesamtfette wurde die Oxydationsmethode von Bang mit der Modifikation nach Bloor gewählt und für die Jodbindung bzw. Jodzahl die Methode nach Winkler.

Nach dem Hämatokritverfahren ergaben sich folgende Werte für die Blutkörperchen-Plasma-Reaktion:

		B. K.		P
B	♂	48	:	52
N	♀	58	:	42
L	♂	47	:	53

Aus den nachstehenden Tabellen I—III sind die erhaltenen Nüchternwerte der Blutanteile zu ersehen. Es sind die Durchschnittswerte und ihre Schwankungen in Prozenten angegeben. Die beiden ersten Tabellen (Bello und Nelly) zeigen die Werte bei je einem Hund, und die dritte Tabelle gibt die Vergleichszahlen für alle 3 Hunde untereinander (Bello, Nelly, Lux).

Tabelle I zeigt, daß schon die Nüchternwerte aller Blutfaktoren sehr unterschiedlich und wechselnd sind. Es lassen sich aber doch einige Gesetzmäßigkeiten erkennen. Das Gesamtfett, die Jodzahl und die Jodbindung sind für die Blutkörperchen durchweg am höchsten, aber sie sind auch den größten Schwankungen unterworfen. Die niedrigsten Werte hat, mit einer Ausnahme, das Vollblut. Die Unterschiede zwischen den absoluten Durchschnittswerten innerhalb der einzelnen Gruppen, Gesamtfett, Jodbindung, Jodzahl, sind nicht sehr groß, aber doch deutlich unterschieden und außerhalb der Fehlerbreite.

Von der Tabelle II, der Hündin Nelly, kann man das Gleiche ableiten, abgesehen von einigen kleinen Unterschieden. So ist z. B. die Jodzahl im Plasma am höchsten und in den Blut-

körperchen am niedrigsten, unter sich aber sehr wenig verschieden. Die Schwankungen der Jodbindung im Plasma ist noch geringer.

Tabelle III gibt einen Überblick darüber, wie wechselnd die Befunde der 3 Hunde untereinander sind. Hier zeigt es sich, daß die Blutkörperchen wieder durchschnittlich die höchsten Werte besitzen und das Plasma wieder in der Mitte steht. Die Blutkörperchen spielen in ihrer Eigenschaft als Fettbewahrer bei allen Hunden die gleiche Rolle, das sieht man an der Übereinstimmung der Werte des prozentualen Wechsels in dem Gesamtfett, der Jodbindung und Jodzahl. Das Plasma ist wesentlich verschiedener in seinen Werten, und das Vollblut nimmt hier eine Mittelstellung ein. Die Durchschnittszahlen von Gesamtfett, Jodbindung und Jodzahl der beiden Blutanteile und des Vollblutes sind ebenfalls sehr unterschiedlich voneinander.

Aus diesen 3 Tabellen zusammen ersieht man, daß schon die Nüchternwerte, die als Grundlage dienen sollen, so wechselnd sind, daß man annehmen muß, daß nach Belastung mit Fett und im Verlauf der langen Versuchszeit die Werte noch labiler werden und keine charakteristischen Kurven entstehen können.

In welcher Weise und in welcher Stärke sich die genannten Nüchternwerte in kurzfristigen Versuchen bei Belastung mit verschieden gesättigten Fettsäuren veränderten, zeigen die nächsten Tabellen und Kurven.

Zunächst wurde als gesättigte Fettsäure die Stearinsäure verfüttert. Im Versuch „Bello" fallen die Jodzahlen der Blutkomponenten nach einem kurzen Anstieg stark ab, d. h., nach Fütterung mit einer gesättigten Fettsäure nimmt die Zahl der ungesättigten Valenzen im Blut ab. Es müssen also die Fettsäuren als gesättigte Säuren resorbiert werden, und, wie sich aus der Jodbindung ergibt, sogar ungesättigte Fettsäuren bzw. Stearine abgegeben werden. Im Plasma tritt fast keine Veränderung auf.

Der Hündin Nelly wurden, da sie kleiner ist, nur 30 gr Stearinsäure verabreicht. Hier ist die Reaktion stärker. Der

Abfall folgt im allgemeinen viel rapider, um aber fast ebenso schnell zum Ausgangswert zurückzustreben. Es zeigt sich deutlich, daß mit einer Analyse des Vollblutes bei Fettbelastung, die tatsächlichen Änderungen im Blut nicht erfaßt werden, sondern daß die Erythrocyten viel stärker beteiligt sind als das Plasma. Die Gesamtfette bleiben im Vollblut beim Versuch „Bello" ziemlich unverändert, während die Jodbindungen abfallen; daraus resultiert die Veränderung der Jodzahl. Ganz besonders ist ersichtlich, daß die Blutkörperchen die gesamten Fettsäuren aufgenommen haben, während im Plasma die Jodzahl unverändert bleibt. Bei der Stearinsäurebelastung der Hündin Nelly ist eine ausgesprochene Zunahme des Gesamtfettes im Vollblut zu beobachten, mit einer gleichzeitigen Abnahme der Jodzahl und dementsprechend einer fast unveränderten Jodbindung. Auch hier beteiligt sich das Plasma nicht am Transport und die Wirkung ist meist wechselseitig, das bedeutet, der Abfall bzw. Anstieg der Gesamtfette und der Jodbindung wirken sich so aus, daß im Ganzen eine einheitliche Tendenz aller Kurven daraus resultiert.

Die Blutkörperchen sind an den Jodzahlschwankungen weitaus am stärksten beteiligt. Im Plasma herrschen ziemlich gleiche Werte, das Vollblut steht in der Mitte. Diese Unterschiede lassen auf die Beteiligung der verschiedenen Blutkomponenten an dem Fettransport schließen. Den Blutkörperchen kommt dabei immer eine hervorragende Rolle zu, während die absoluten Veränderungen in einer der Kurven verschieden stark sind.

Ölsäure und Leinöl wurden als Ausgangsmaterial zur Untersuchung der ungesättigten Säuren benutzt.

Auf die ungesättigte Ölsäure reagieren die Hunde sehr verschieden. Wenn wir von den Werten des Vollblutes, die ja immer die Resultanten aus Erythrocyten und Plasma sein müssen, absehen, sehen wir hier im Gegensatz zur Stearinsäure, Abfallen der Jodzahl in den Blutkörperchen und Anstieg im Plasma. Das Gesamtfett nimmt schwach zu im Vollblut, ab dagegen im Plasma und wieder besonders stark in den Blutkörperchen. Der Abfall der Jodzahl in den Blutkörperchen

ist auffallend stark, im Plasma dagegen Zunahme, so daß man sich nicht dem Eindruck entziehen kann, daß neben der resorbierten Fettsäure noch ein Austausch der vitalen Lipoide zwischen Blutörperchen und Plasma stattfindet. In der 6. Versuchsstunde ist das Jodzahlverhältnis Plasma : Erythrocyten gegenüber dem Anfangswert umgedreht. Auch in diesem Versuche auffallend die geringen Veränderungen im Gesamtblut, relativ starke Schwankungen in den einzelnen Komponenten des Blutes.

Leinöl bringt die stärksten Unterschiede hervor. Bei „Bello" sieht man im Blut und in den Blutkörperchen-Werten einen Abfall der Jodzahl, die Plasmawerte fallen zuerst auch wenig ab, steigen dann langsam an, um zum Schluß wieder etwas zu sinken. Die Gesamtfettwerte verringern sich im Plasma, erhöhen sich im Blut und in den Blutkörperchen stark, was bei den wenig veränderten Jodbindungswerten die Jodzahl in so starkem Maß herabdrückt.

„Nelly" bekam aus dem oben genannten Grunde nur 20 gr Leinöl. Die Jodzahlen gehen leicht herunter, um sich dann mehr oder minder wieder auf die Nüchternwerte einzustellen. Die geringe Menge der Fütterung konnte sich wahrscheinlich nicht so stark auswirken, wie im Versuch „Bello". Die Gesamtfettwerte steigen stark an, während die Jodbindungen ziemlich gleich bleiben.

„Lux" zeigt ausgesprochene Unregelmäßigkeiten. Vom Nüchternwert aus kommt es zu einem mächtigen Anstieg der Jodzahl, dann folgt ein ebenso großer Abfall und ein erneuter Anstieg. Das Plasma ist an diesem Wechsel nur sehr wenig beteiligt, vor allem sind es die Blutkörperchen. Der rapide Abfall nach der 4. Stunde ist bemerkenswert, aber die Tendenz zum Anstieg der ungesättigten Valenzen ist unverkennbar. Jodbindung und Gesamtfette sind durch diese Schwankungen stark beeinflußt, besonders die Werte der Blutkörperchen.

Besonders krass ist das starke Abfallen in den Blutkörperchen, um so auffallender, als bei einer reinen Resorption des Leinöls (Jodzahl ca. 160) ein Anstieg hätte erfolgen müssen, und man kann besonders aus diesem Versuch schließen, daß

zwar die Erythrocyten besonders bei der Fettresorption oder beim Fettransport beteiligt sind, daß sie aber nicht das Nahrungsfett aufnehmen, sondern daß dies schon verändert, d. h. hydriert sein muß. Einer Gesamtfettsteigerung im Vollblut um rund 120% nach 6 Stunden, steht eine Steigerung in den Blutkörperchen um 800% bei gleichbleibender Jodbindung und fallender Jodzahl gegenüber. Graduell stimmen die Werte von „Bello" und „Nelly" vollkommen überein, wogegen bei Lux ein umgekehrtes Bild zu sehen ist. Allerdings müsesn wir dazu bemerken, daß die 50 gr Leinöl von „Lux" nur mit großem Widerwillen gefressen wurden, nach dem Fressen war Brechreiz vorhanden, und man kann nicht abschätzen, wie weit diese Umstände von Einfluß sein können. Es bleibt aber bei den großen unregelmäßigen Schwankungen bei einer bevorzugten Beteiligung der Blutkörperchen. (Ausdrücklich muß betont werden, daß ein methodischer Irrtum ausgeschlossen ist). Eine direkte Resorption ohne Umwandlung des Leinöls scheint auch hier unwahrscheinlich.

Im Versuch „Nelly" 1 und 3 fallen die sehr verschiedenen Nüchternwerte auf, das kann daran liegen, daß sich der Blutentzug schon als Lipämie ausgewirkt hat, denn es liegen nur 2 Tage dazwischen mit einem Aderlaß von 2 mal 70 ccm.

Vergleicht man jetzt die Auswirkung der Fettfütterung bei Stearin und Ölsäure bzw. Leinöl, so zeigt sich deutlich der überlegene Einfluß des Leinöls mit seinen stark ungesättigten Fettsäuren. Betrachtet man die Erythrocyten besonders, weil sie am stärksten bei der Resorption beteiligt sind, so ist nicht nur zur Zahl der Doppelbindungen eine vermehrte Speicherung in den Erythrocyten zu beobachten, sondern auch gerade durch das Leinöl hervorgerufen die stärkste Abnahme der Jodzahl, über deren Ursachen noch weitere Untersuchungen notwendig sind.

Mehrere andere Autoren haben festgestellt, daß dem Plasma der höchste Gesamtfettanteil zukommt. Diese Tatsache konnte nur teilweise bestätigt werden, denn der Anteil der Blutkörperchen ist meist noch höher, während die Werte des Vollblutes meist etwas unter den Plasmawerten liegen. Nur

einige Forscher haben gefunden, daß die Blutkörperchen an der Fettresorption beteiligt sind; die anderen verneinen es, oder sie billigen ihnen eine sehr untergeordnete Rolle zu. Aus der vorliegenden Arbeit aber geht hervor, daß die Blutkörperchen in hervorragendem Maße an der Fettresorption und am Transport beteiligt sind, was auch die zugehörigen Jodzahlen bestätigen. Das Plasma ist sehr wenig an diesen Vorgängen beteiligt.

Was Art und Menge der Fettsäuren betrifft, wurde übereinstimmend mit anderen Autoren festgestellt, daß gesättigte Fettsäuren zu einem Anstieg der gesättigten Fettsäuren im Blut führen, während die ungesättigten Fettsäuren sehr verschieden wirken. Die Anstiege der ungesättigten Valenzen sind meist gering, es scheint so, als ob vor der endgültigen Resorption eine Sättigung eintritt. Nur im Versuch „Lux" ist der Anstieg ganz gewaltig, dies mag an der Unzulänglichkeit des Hundes liegen. Mehrere kleine Fettmengen rufen schneller eine Lipämie hervor als große, aber sie klingen rascher ab; man könnte diese Tatsache auf die zahlreichen Reize durch mehrere kleine Fettgaben zurückführen.

Zur Frage der Gesamtfettbestimmung aus der Plasmatrübung ist kurz zu sagen, daß dies nicht systematisch untersucht wurde; doch aus den einzelnen Beobachtungen bei diesen Versuchen geht hervor, wie auch andere Autoren behaupten, daß die Trübung nicht als sichere Methode angesehen werden kann. Denn meist war nur in der 2. Blutentnahme eine deutliche Plasmatrübung zu bemerken, die dann bei den folgenden Plasmaproben ganz wechselnd abnahm oder auch ausblieb, trotzdem noch genügend hohe Fettmengen darin vorhanden waren, die zu einer relativ starken Trübung hätten führen müssen. Maßgebend mag nicht nur die Maskierung sein, sondern auch das Verhältnis des Fettes in Blutkörperchen zu Blut-Plasma.

Als Ergebnis der Arbeit kann man folgendes zusammenfassend feststellen:

Es gibt bei der Fettresorption in ihrer Auswirkung auf das Blut keine einheitlichen Kurven, wie etwa beim Blutzucker,

die ein einheitliches Bild der Beteiligung des Blutes geben.

Die hauptsächlichsten Änderungen spiegeln sich in den Schwankungen der Gesamtfettwerte wider. Die Blutkörperchen nehmen hierbei nach meinen Versuchen die erste Stelle ein. Über den Einfluß des Sättigungsgrades läßt sich soviel sagen, daß auch hier sehr große Unterschiede herrschen und die Schwankungen mit der Ungesättigtheit der angewandten Fettsäuren wachsen. Die ungesättigten Fettsäuren werden zum Teil hydriert und es nimmt folglich die Jodzahl des Blutfettes ab. Dies widerspricht den früher zitierten Ergebnissen von Tangl und Berend.

Die Bedingungen, unter denen Tiere einen gleichmäßigen Fettspiegel im Blut zeigen, konnten nicht ermittelt werden; die schwankenden Ergebnisse bezgl. Resorption und Verwertung bzw. Hydrierung der Fette stehen im Einklang mit den Ergebnissen von Verkade und Flaschenträger. Beide konnten zeigen, daß die Diacidurie, d. h. die Ausscheidung vom Dicarbonsäuren, die aus den Fettsäuren der Nahrung stammen, außerordentlich schwankend und von Individuum zu Individuum verschieden ist. Aus den eigenen Versuchen ergibt sich, daß man den intermediären Fettstoffwechsel an Tieren durch Belastungsversuche nicht einwandfrei untersuchen kann.

Tabelle I. Bello

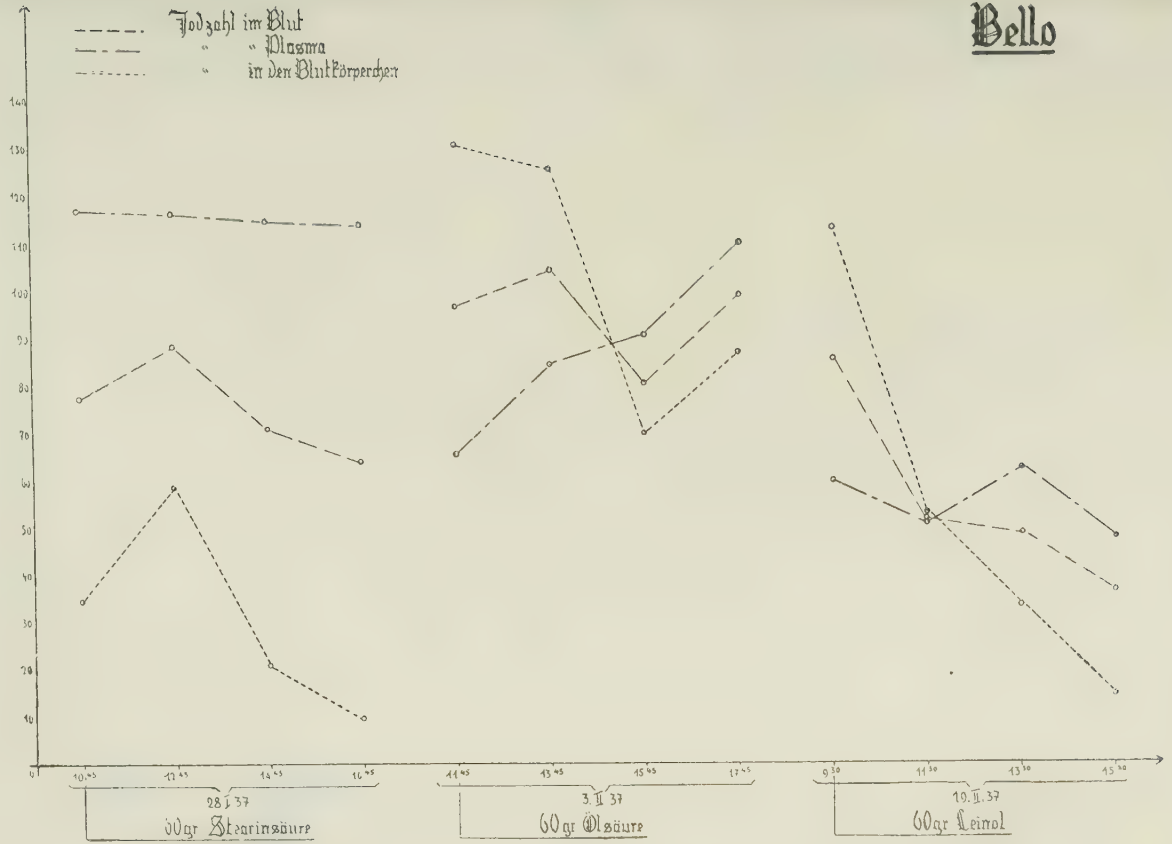
Nüchternwerte	Wertunterschiede	Durchschnitt	prozentual. Wechsel
Gesamtfett im Vollblut	419 — 515	481	± 10 %
Gesamtfett im Plasma	400 — 470	445	± 7.9%
Gesamtfett in den Blutkörp.	415 — 658	539	± 22.5%
Jodbindung im Vollblut	396 — 440	413	± 5.3%
Jodbindung im Plasma	262 — 550	363	± 39.75%
Jodbindung in den Blutkörp.	229 — 617	469	± 41.5%
Jodzahl im Vollblut	77.7—96.7	86.6	± 10.95%
Jodzahl im Plasma	59.8— 117	80.76	± 32.75%
Jodzahl in den Blutkörp.	34.8—130.5	92.76	± 51.5%

Tabelle II. Nelly

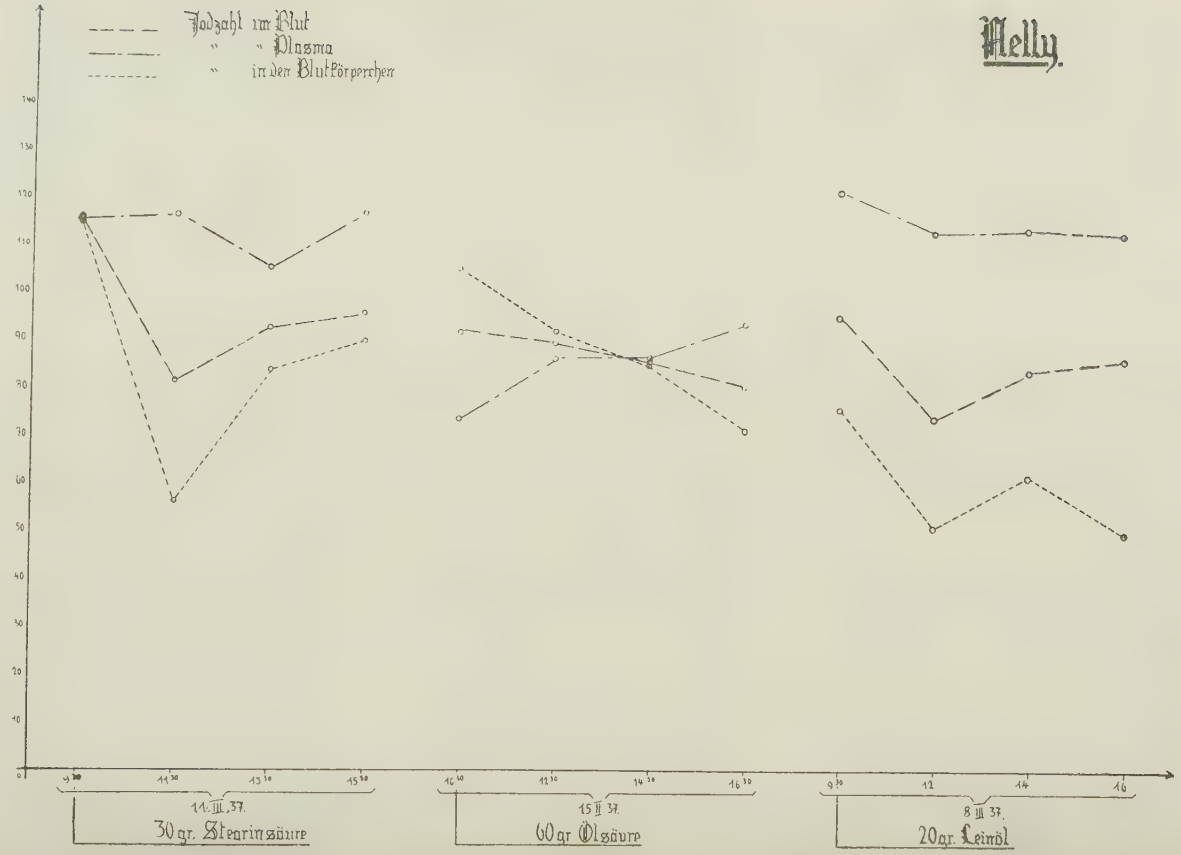
Nüchternwerte	Wertunterschiede	Durchschnitt	prozentual. Wechsel
Gesamtfett im Vollblut	384 — 575	501	± 18.5%
Gesamtfett im Plasma	398 — 592	479	± 20.8%
Gesamtfett in den Blutkörp.	388 — 780	562	± 35 %
Jodbindung im Vollblut	442 — 545	495	± 10.4%
Jodbindung im Plasma	434 — 516	477	± 8.6%
Jodbindung in den Blutkörp.	442 — 590	525	± 14.1%
Jodzahl im Vollblut	91.5— 115	100.4	± 11.7%
Jodzahl im Plasma	73.2— 121	103.2	± 23.1%
Jodzahl in den Blutkörp.	75.5— 114	98.7	± 20.5%

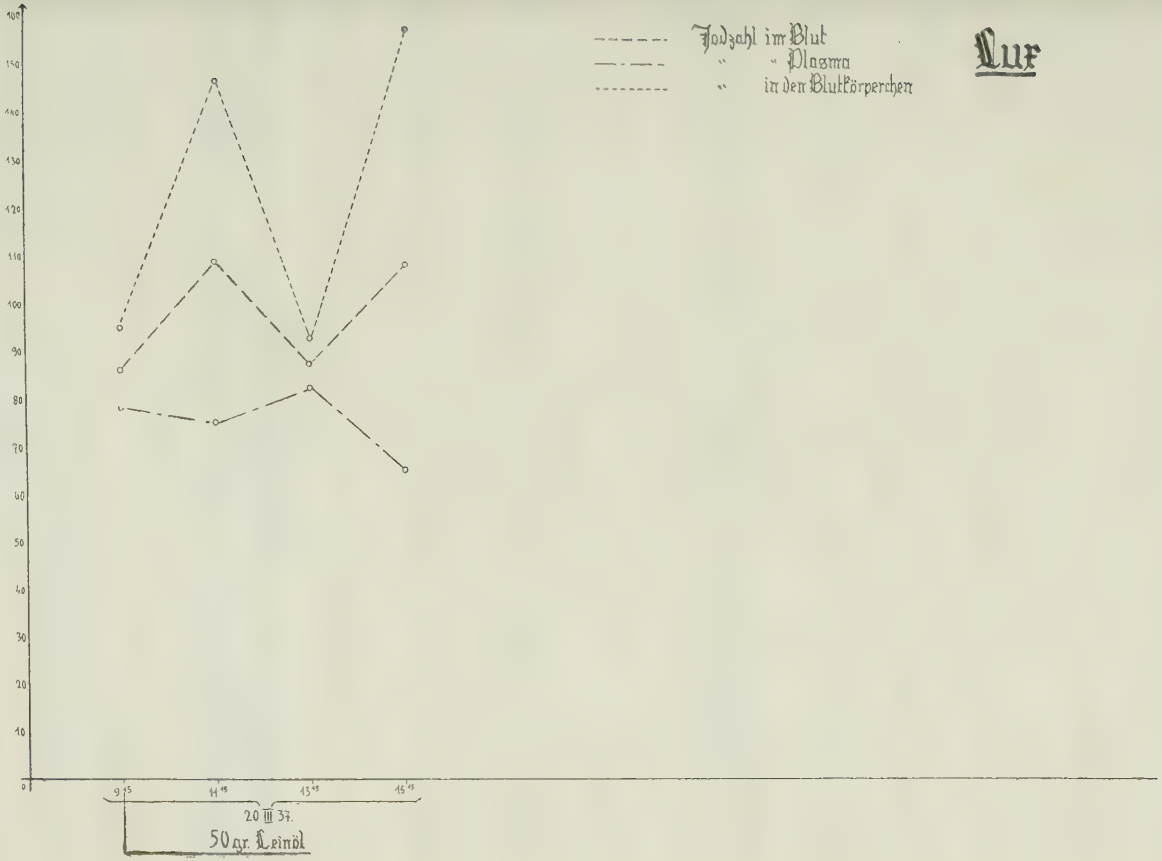
Tabelle III.

Nüchternwerte	Wertunterschiede	Durchschnitt	prozentual. Wechsel
Gesamtfett im Vollblut	378 — 501	453	± 14 %
Gesamtfett im Plasma	289 — 479	404	± 23.5%
Gesamtfett in den Blutkörp.	462 — 562	521	± 9.6%
Jodbindung im Vollblut	327 — 495	412	± 20.4%
Jodbindung im Plasma	227 — 477	356	± 35.2%
Jodbindung in den Blutkörp.	440 — 525	478	± 8.9%
Jodzahl im Vollblut	86.4—100.4	91.1	± 7.6%
Jodzahl im Plasma	78.5—103.2	87.5	± 14.1%
Jodzahl in den Blutkörp.	92.8—98.7	95.6	± 3.1%


Jodzahl im Blut
" " Plasma
" " in den Blutkörperchen
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
10.45
12.45
14.45
16.45
11.45
13.45
15.45
17.45
9.30
11.30
13.30
15.30
28.I.37
60gr Stearinsäure
3.II.37
60gr Ölsäure
10.II.37
60gr Leinol

Helly.


Jodzahl im Blut
" " Plasma
" in den Blutkörperchen
11. III. 37.
30 gr. Stearinsäure
15 II 37.
60 gr Olsäure
8 III 37.
20 gr. Leinöl


Jodzahl im Blut
" " Plasma
" in den Blutkörperchen
Cur
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
9 15
11 15
13 15
15 15
20 III 37.
50 gr. Leinöl

Bellò, Versuch 28. 1. 37.

Vollblut			Plasma			Blutkörp.		
J.-B.	G.-F.	J.-Z.	J.-B.	G.-F.	J.-Z.	J.-B.	G.-F.	J.-Z.
				I. ante 10^{45}				
396	510	77.7	550	470	117	229	658	34.8
60 gr Stearinsäure								
				II. ante 12^{45}				
435	490	88.7	530	455	116.5	332	516	58.6
+ 9.9%	— 3.9%	+14.2%	— 3.7%	— 3.2%	— 0.43%	+13.1%	—21.6%	+ 68%
				III. ante 14^{45}				
344	485	71	515	447	115	159	762	20.8
—13.1%	— 4.9%	— 8.6%	— 6.4%	— 4.9%	— 1.7%	—30.8%	+15.8%	—40.2%
				IV. ante 16^{45}				
317	495	64	460	405	114	162	1610	9.6
—20 %	— 2.9%	—17.6%	—16.4%	—13.8%	— 2.6 %	—30 %	+145 %	—72.4%

Versuch 3. 2. 37.

Vollblut			Plasma			Blutkörp.		
J.-B.	G.-F.	J.-Z.	J.-B.	G.-F.	J.-Z.	J.-B.	G.-F.	J.-Z.
				I. ante 11^{45}				
405	419	96.7	262	400	65.5	560	415	130.5
60 gr Ölsäure								
				II. ante 13^{45}				
432	414	104.5	280	330	84.5	595	472	126
+ 6.7%	— 1.2%	+8.05%	+ 6.9%	—17.5%	+29.0%	+6.25%	+13.75%	—3.45%
				III ante 15^{45}				
387	480	80.6	288	318	90.5	494	705	70
—4.45%	+14.5%	—16.7%	+10.0%	— 20.5%	+38.2%	—11.8%	+64.8%	—46.5%
				IV. ante 17^{45}				
394	402	99	280	254	110	496	570	87
— 2.7%	— 4.1%	+2.38%	+ 6.9%	— 36.5%	+68.0%	—11.4%	+37.4%	—33.4%

Versuch 19. 2. 37.

Vollblut			Plasma			Blutkörp.		
J.-B.	G.-F.	J.-Z.	J.-B.	G.-F.	J.-Z.	J.-B.	G.-F.	J.-Z.
				I. ante 9^{30}				
440	515	85.4	277	464	59.8	617	546	113
60 gr Leinöl								
				II. ante 11^{30}				
378	730	51.8	228	450	50.7	540	1020	53
—14.1%	+41.8%	—39.4%	—17.7%	— 3%	—15.2%	—12.5%	+86.5%	— 53.0%
				III. ante 13^{30}				
409	845	48.5	207	444	62.5	627	1865	33.6
—7.05%	+64.2%	—43.2%	—25.3%	— 4.3%	+4.5%	+1.62%	+241.0%	—70.0%
				IV. ante 15^{30}				
433	1180	36.8	252	438	57.6	629	4425	14.2
—1.59+	+129%	--57.0%	— 9%	— 5.6%	—3.7%	+1.95%	+710.0%	—87.0%

Nelly, Versuch 15. 2. 37.

Vollblut			Plasma			Blutkörp.		
J.-B.	G.-F.	J.-Z.	J.-B.	G.-F.	J.-Z.	J.-B.	G.-F.	J.-Z.
				I. ante 10^{30}				
497	544	91.5	434	592	73.2	543	517	105.0
60 gr Ölsäure								
				II. ante 12^{30}				
520	584	89	532	620	85.8	511	557	91.5
+ 4.6%	+7.35%	−2.7%	+22.4%	+ 4.7%	+16.4%	−5.9%	+7.75%	−12.85%
				III. ante 14^{30}				
520	610	85.2	473	550	86.0	554	655	84.5
+4.6%	+12.2%	− 6.9%	+ 9.0%	− 7.1%	+17.5%	+2,03%	+26.7%	−19.5%
				IV. ante 16^{30}				
497	620	80	540	577	93.5	466	660	70.5
±0%	+14.0%	12.5%	+24.4%	− 2.5%	+27.8%	−14.2%	+27.7%	−32.9%

Versuch 8. 3. 37.

Vollblut			Plasma			Blutkörp.		
J.-B.	G.-F.	J.-Z.	J.-B.	G.-F.	J.-Z.	J.-B.	G.-F.	J.-Z.
				I. ante 9^{30}				
545	575	94.8	482	398	121	590	780	75.5
20 gr Leinöl								
				II. ante 12^{00}				
534	700	76.3	471	420	112	580	1150	50.5
− 2.02%	+21.8%	−19.5%	−2.3%	+5.5%	−7.4%	− 1.69%	+47.5+	−33.1%
				III. ante 14^{00}				
510	615	83.0	460	406	113	545	890	61.2
− 6.4%	+6.95%	−12.45%	− 4.6+	+ 2%	−6,6%	−7.64%	+14.1%	−18.95%
				IV. ante 16^{00}				
522	610	85.7	448	400	112	575	1160	49.5
− 4.2%	+ 6.1%	− 9.6%	−5.85%	+0.5%	− 7.4+	−2.54%	+48.7%	−34.4%

Versuch 11. 3. 37.

Vollblut			Plasma			Blutkörp.		
J.-B.	G.-F.	J.-Z.	J.-B.	G.-F.	J.-Z.	J.-B.	G.-F.	J.-Z.
				I. ante 9^{30}				
442	384	115	516	446	115.5	442	388	114.5
30 gr Stearinsäure								
				II. ante 11^{30}				
430	530	81.2	492	422	116.0	384	685	56.0
− 2.72	+12.0%	−29.4%	− 4.65%	− 5.4%	−0.435+	−13.1%	+76.5%	−51.1%
				III. ante 13^{30}				
418	452	92.5	468	445	105.0	364	435	83.7
− 5.42%	+17.7+	−19.6%	− 9.3%	−0.22%	−9.10%	−17.65%	+12.1%	−26.9%
				IV. ante 15^{30}				
495	520	95.2	505	433	116.5	489	545	89.7
+12.0%	+9.4%	−17.2%	−2.23%	− 2.9%	+0.84%	+10.65%	+40.5%	−21.7%

Lux, Versuch 20. 3. 37.

Vollblut			Plasma			Blutkörp.		
J.-B.	G.-F.	J.-Z.	J.-B.	G.-F.	J.-Z.	J.-B.	G.-F.	J.-Z.
				I. ante 9^{15}				
327	378	86.4	227	289	78.5	440	462.5	95.25
50 gr Leinöl								
				II. ante 11^{15}				
400	366	109.2	264	350	75.0	550	374	147
+22.2%	— 3.2%	+38.0%	+16.3%	+21.0%	—3.8%	+25.0%	—19.15%	+54.2%
				III. ante 13^{15}				
418	477	87.8	272	328	83.0	583	625	93.1
+28.8%	+26.2%	+1.6%	+19.8%	+19.8%	+13.5%	+32.5%	+35.1%	—2.26%
				IV. ante 15^{15}				
427	392	109	236	362	65.2	642	406	158
+30.6%	+ 3.7%	+26.2%	+ 4.0%	+25.2%	—17.0%	+45.5%	—12.2%	+66.0%

Literaturverzeichnis.

[1]) Achard, Ch., M. Bariety et A. Condonuis: Sur l'équilibre lipidi que du sérum sanguin chez le chien normal. (Über das Lipoidgleichgewicht im Blutserum normaler Hunde)! (Inst. de Biol. Clin. Univ. Hop. Cochin, Paris) C. r. Soc. Biol. Paris, 108, 623—625, 1931.

[2]) Bing, H. I. und H. Heckscher: Untersuchungen über Lipämie. II. Mitt. Über die Fettmenge des Blutes bei normalen Menschen. (II. Abtlg. Kommunehosp. u. Blegdamshosp., Kopenhagen). Bioch. Z. Bd. 149, H. 1/2, 83—89, 1924.

[3]) Bloor, W. R.: Blood phosphates in the lipemia produced by akute experimental anemia in rabbits. (Die Phosphate des Blutes bei der durch akute experimentelle Anämie hervorgerufenen Lipämie bei Kaninchen)! (Laborat. of biochem. Univ. of California, Berkely.) Journ. of biol. chem. Bd. 45, Nr. 1, 171—187, 1920.

[4]) Bloor, W. R.: Lipemia (Die Lipämie). (Dep. of biochem. a. pharmac. Univ. of California, Berkely). Journ. of biol. chem. Bd. 49, Nr. 1, 201—227, 1921.

[5]) Bodansky M.: Distribution of unsaturated fatty acids in the blood during fat absorption. (Verteilung ungesättigter Fettsäuren im Blut während der Fettresorption). (John Sealy Mem. Research Laborat. a. Univ. of Texas School of Med., Galveston). Proc. Soc. exper. Biol. a. Med. 28, 630—632, 1931.

[6]) Edelmann, Fritz: Über Ursache und Entstehung der Aderlaßlipämie (Med. Poliklinik Freiburg i. Br.) Zschr. f. d. ges. exp. Med. Bd. 30, H. 1/6, 221—239, 1922.

[7]) Feigl, Joh.: Über das Vorkommen und die Verteilung von Fetten und Lipoiden im Blut nach Blutentziehung. (Allgem. Krankenhaus, Hamburg-Barmbeck). (Bioch. Z. Bd. 115, H. 1/2, 63—70, 1921.

[8]) Furukawa S.: Untersuchung über den Fettstoffwechsel. (23. Jahresvers. Tokyo, Sitzg. v. 2.—4. IV. 1926) Verhdlg. der japan. Ges. für inn. Med. S. 63, 1926.

[9]) Glusker, David: Plasma Lipid levels in normal dogs in the postabsorptive state and in fasting dogs. (Lipoidgehalt des Plasmas nor-

maler Hunde während des postabsorptiven Stadiums und während des Fastens). (Dep. of Biochem. a. Pharmacol., School of Med. a. Dent., Univ. Rochester). J. of biol. Chem. 88, 381—387, 1930.

10) Glusker, David: Plasma lipid levels in normal postabsorptive dogs. (Plasmalipoidspiegel bei normalen Hunden nach Abklingen der Nahrungsaufsaugung). (Dep. of Biochem., Univ. of Rochester, School of Med. a. Dent, Rochester). Proc. Soc. exper. Biol. a. Med. 27, 933—934, 1930.

11) Horiuchi, Yajiro: Studies on Blood fat. I. Variation of the blood fat constituents of rabbits under normal conditions. (Studien über Blutfett. I. Veränderung der Bestandteile des Blutfetts von Kaninchen unter normalen Bedingungen). (Biochem. laborat. Harvard med. School, Boston). Journ. of biol. chem. Bd. 44, Nr. 2, 345—361, 1920.

12) Iwatsura, Rynzo: Untersuchungen über Fette und Lipoide im Blut. III. Mitt. Über die Verteilung der Fette und Lipoide im Blut bei erhöhter Fettresorption. (II. med. Klinik, med. Akad., Osaka). Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. B. 214, H. 3, 295—301, 1926.

13) Jung, Paulette et René Wolff: Sur la teneur comparée du plasma et du serum en lipoides (Vergleich zwischen dem Lipoidgehalt von Plasma und Serum). Bull. de la soc. de chim. biol. Bd. 5, Nr. 2, 137—147, 1923.

14) Leits, Samuel: Studien über Fett und Lipoidstoffwechsel. I. Über alimentäre Lipämie. Die Beziehungen zwischen Neutralfett und Lipoiden in der Norm und bei Belastung mit Neutralfett bezw. Oleinsäure. (Laborat f. path. Physiologie, med. Inst. Charkov) Bioch. Z. Bd. 184, H. 4/6, 273—299, 1927.

15) Ling, Schmorl,: The influence of fat deprivation and feeding on the distribution of blood lipoids. (Der Einfluß fettfreier und fettreicher Nahrung auf die Verteilung der Blutlipoide). (Dep. of Physiol, Peiping Univ. Med. Coll., Peiping) Chin. J. Physiol. 5, 381—396, 1931.

16) Man, Evelyn B., and Edwin F. Gildea: The effect of the ingestion of al large amount of fat a balanced meal on the blood lipids of normal man. (Die Wirkung der Zufuhr einer großen Fettmenge und einer ausbalancierten Mahlzeit auf die Blutlipoide des normalen Menschen). (Laborat. of Physiol., Chem. a. Bioch. Laborat., Dep. of Psychiatry, Yale Univ., New Haven.) J. of biol Chem. 99, 61—69, 1932.

17) Marino, S.: La Lipemia alimentare dopo somministrazione di grassi negli animali smilzati. (Die alimentäre Lipämie nach Fettdarreichung an milzlosen Tieren). (Istit. di Pat Spec. Med. Dimostr. Univ., Messina). Arch. Farmacol. sper. 55, 289—310, 1933.

18) L. F. Meyer, Berlin: V. Fettransport und Fettwanderung (Ortswechsel). 1. Fett im Blut Lipämie). Handbuch der Biochemie der Menschen und der Tiere. Herausg. Carl Oppenheimer II. Auflage VIII Bd. Spez. Stoffwechsellehre, 440—453, par. 15—21.

19) Milbradt, Wilhelm: Lipämiestudien (Chem. Abtlg. Physiol. Inst. Univ. Breslau). Bioch. Z. 223, 278—322, 1930.

20) Munoz, J. M.: Les variations horaires et journalières des acides gras totaux du sang. (Die stündlichen und täglichen Schwankungen der Gesamtfettsäuren des Blutes). (Inst. de Physiol. Fac. de Med., Buenos Aires). C. r. Soc. Biol. Paris, 114, 803—806, 1933.

21) Page, Irvine H., L. Pasternack u. Marie L. Burt: Über den Transport von Fetten und Lipoiden durch Blut nach Öleingabe. (Chem. Abt. Deutsch. Forsch.-Anst. f. Psychiatrie, Kaiser-Wilhelm-Inst., München). Bioch. Z. 223, 445—456, 1930.

22) Peretti, Guiseppe: Studii comparativi sull assorbimento dell acido oleico della monooleina e della dioleina (Resorption der Ölsäure aus Monoolein und aus Diolein.) (Istit. di Fisiol, Univ. Cagliari). Boll. Soc. ital. Biol. sper. 10, 873—874, 1935.

23) Peretti, Guiseppe: Gli acidi grassi totali de fegato dopo somministrazione di grassi con differente grado di insaturazione. (Gesamtfettsäuren der Leber nach Zufuhr verschieden gesättigter Fette). (Istit. di Fisol, Univ. Cagliari). Boll. Soc. ital. Biol. sper. 10, 875—876, 1935.

24) Peretti, Guiseppe e Loto Reale: Gli acidi grassi totali del fegato dopo somministrazione di acido oleico, monooleina et dioleina. (Gesamtfettsäuren der Leber nach Zufuhr von Ölsäure, Monoolein und Diolein). (Istit. di Fisiol Univ. Cagliari). Boll. Soc. ital. Biol. sper. 10, 876—877, 1935.

25) Peretti, Guiseppe e Loto Reale: Sull assorbimento intestinale di olii con differente grado di insaturazione. (Resorption verschiedengradig ungesättigter Öle). Istit. di Fisiol. Univ. Cagliari). Boll. ital. Biol. sper. 10, 871—873, 1935.

26) Peretti G. e D. Tore: Gli acidi grassi totali del fetato e del sangue dopo somministrazione di grassi di varia natura. (Die Gesamtfettsäuren der Leber und des Blutes nach Verabreichung verschiedener Fette.) Istit. di Fisiol. Univ. Cagliari). Boll. Soc. ital. Biol. sper. 8, 1429—1433, 1933.

27) Rony, Hugo R. and Bernhard Mortimer: Studies of fat metabolism III. Lipemia induced by intravenous fat administration. (Untersuchungen über den Fettstoffwechsel. III. Durch intravenöse Fettzufuhr verursachte Lipämie). (Dep. of Med. a. Physiol. Northwestern Univ. Med. School, Chicago). Endocrinology, 15, 388—404, 1931.

28) Strauß, H.: Prüfung der Fettresorption durch Erzeugung von alimentärer Lipämie. Klin. Wschr. 1929, II. 2047—2048.

29) Tangl, Harald und Miklós Berend: Die Rolle der stark ungesättigten Fettsäuren im Stoffwechsel. Magy. orv. Arch. 34, 133—144, 1933. Ungarisch.

[30]) P. E. Verkade, J. van der Lee und A. J. van Alphen: Untersuchungen über den Fettstoffwechsel. X. Fütterungsversuche bei Hunden mit einsäurigen gesättigten Triglyceriden. Z. f. phys. Chemie, 111—114, 1937.

[31]) Wechsler, H. E.: Variations in the total blood lipid in alimentary lipemia. (Verschiedenheiten im Ablauf der Blutfettkurven bei alimentärer Lipämie). Gouverneur Hosp. a. Achelis Laborat., Lenox, Hill Hosp. New York). Arch. int. Med. 50, 37—45, 1932.

[32]) Werner, M.: Alimentäre Hyperlipämie beim Menschen und ihre Beziehungen zur Lipase des Blutes. (Med. Poliklinik, Univ. Bonn) Z. exper. Med. 83, 402—408, 1932.

[33]) Wilson, William R., and James P. Hanner: Changes of total lipid and iodine number of blood fat in alimentary lipemia. (Das Verhalten der Gesamtlipoide und der Jodzahl der Fette bei der alimentären Lipämie). (Dep. of Pediatr. Yale Univ. School of Med. a. Pediatr. Serv., New Haven, Hosp. New Haven.) J. of biol. Chem. 106, 323—330, 1934.

Lebenslauf.

Am 7. Mai 1912 wurde ich als 8. Kind des Fleischermeisters Alwin Kirbis in Kostebrau N.-L., Kr. Kalau, geboren. Nach achtjähriger Volksschule besuchte ich 6 Jahre die Aufbauschule in Altdöbern N.-L., an der ich am 24. Februar 1932 das Abitur bestand.

Im Sommersemester 1932 bezog ich die Universität Marburg a. d. Lahn. Am dortigen Gymnasium legte ich am 3. März 1933 die Ergänzungsprüfung in Latein ab. Die ärztliche Vorprüfung bestand ich nach 5 Semestern am 13. August 1934. Danach siedelte ich im Wintersemester 1934/35 zur Universität Berlin über und studierte hier 6 klinische Semester.

Am 24. 1. 1938 bestand ich an der Universität Berlin das Medizinische Staatsexamen und begann am 1. 3. 1938 im Krankenhaus Lauchhammer das praktische Jahr. Am 1. 3. 1939 erhielt ich die Staatliche Approbation als Arzt. Seit dem Tage der Bestallung bin ich als Volontär-Assistent im gleichen Krankenhaus tätig.

Karl Kirbis.